

а розробаний комплекс заходів по будівництву, експлуатації і контролю за станом хвостохранилища і впливом його на навколишнє середовище і прилегальні території забезпечить його безпеку і виробничу надійність.

Висновки. Проведений аналіз дозволив виявити способи зменшення споживання води, і як наслідок – зменшення витрат на водопотреблення.

Список літератури: 1. Угаров А. А., Іванова Т. А., Ніколаєва С. І. Проблеми моделювання стратегії підприємств чорної металургії // Сталь. – 2003. – №9. – С.78. 2. Угаров А. А. Розвиток першого в Росії підприємства безкоксової металургії// Сталь – №7 –2000. 3. Ледовскої В.М., Мирської Н.І., Гладьшєв С.А., Крахт В.Б., Карпов Е.А. Ноосферне розв'язання гірничо-металургійного комплексу КМА. Екологія. Технологія. Економіка. Управління. – Старий Оскол: Тонкі наукоємкі технології, 2003.

Bibliography (transliterated): 1. Ugarov A. A., Ivanova T. A., Nikolaeva S. I. Voprosy modelirovaniya strategii predpriyatij chernoj metallurgii // Stal. – 2003. – No 9. – p. 78. 2. Ugarov A. A. Razvitie pervogo v rossii predpriyatiya bezkoksovoj metallurgii. – Stal – No 7 – 2000. 3. Ledovskoj V.M., Mirskoj N.I., Gladyshev S.A., Kraxt V.B., Karpov E.A. Noosfernoe razvitie gorno-metallurgicheskogo kompleksa kma. Ekologiya. texnologiya. ekonomika. upravlenie. – Saryj Oskol: Tonkie naukoemkie tehnologii, 2003.

Поступила (received) 16.06.2014

УДК 004.415.3

Л. В. ПІДДУБНА, канд. філос. наук, доц., Харківський інститут фінансів Українського державного університету фінансів та міжнародної торгівлі;
О. В. ПІДДУБНИЙ, магістрант, Харківський національний університет радіоелектроніки²⁰

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ ЗАДАЧІ ПЛАНУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ ЗА АЛГОРИТМОМ ДЕЙКСТРИ

У статті описується інформаційно-комп'ютерна система пошуку оптимального маршруту, що базується на даних, автоматично отриманих від користувачів. Запропонована у статті концепція удосконалює алгоритм існуючих сервісів пошуку найкоротшого шляху у транспортній мережі, яка складається із декількох графів, кожен з яких являє собою певний вид транспорту: автомобільний, залізничний, велосипедний, пішохідний.

Ключові слова: інформаційно-комп'ютерна система, оптимальний шлях, алгоритм Дейкстри, картографічні сервіси, мультиагентна система.

Вступ. За свідченням провідних вчених, ринкова економіка базується на трьох китах – менеджменті, маркетингу та логістиці. Європейською логістичною асоціацією (www.elalog.org), до складу якої входить понад 30 національних логістичних асоціацій європейських країн, логістика трактується як планування, виконання та контроль усіх видів діяльності, пов'язаних із рухом і розміщенням людей і/або товарів у певній економічній системі. У

довіднику однієї з великих німецьких транспортно-експедиційних фірм, опублікованому компанією «Данзас», логістика визначається як «деяка система, вироблена для кожного підприємства з метою оптимального з точки зору отримання прибутку прискорення руху матеріальних ресурсів і товарів усередині та за межами підприємства, починаючи із закупівлі сировини та матеріалів, їх проходження через виробництво та закінчуючи постачанням готових виробів споживачам, включаючи забезпечувальну та інформаційну системи». Обсяг ринку логістичних послуг в Україні має величезний потенціал росту і оцінюється в 100 млрд. дол. США. Розширюється ринок транспортно-логістичних послуг, відкриваються нові логістичні термінали, посилюється суперництво між операторами, сприяючи збільшенню потреби у комплексному вирішенні транспортно-логістичних завдань з метою більш результативного обслуговування клієнтів. Швидко розвиваються інфраструктури міст, з'являються нові шляхи руху транспорту, відповідно карти маршрутів швидко застарівають, ускладнюючи можливість пошуку оптимальних маршрутів. З кожним днем збільшується і кількість персоналізованих мобільних пристроїв з GPS-навігаторами, які дозволяють визначати координати пристрою, робити локальну прив'язку до місцевості і надавати користувачеві оптимальний маршрут «безпосередньо тут і зараз».

Актуальність дослідження обумовлена тим фактором, що проблема оптимізації, у певному сенсі, залишається найгострішою проблемою сучасності, оскільки людина завжди прагне знайти якнайкраще рішення в будь-якій сфері діяльності.

До цієї ж проблематики належить і транспортно-логістична задача, яка визначає планування оптимальних маршрутів та представляє інтерес як з точки зору практичного програмування так і з точки зору теорії графів.

Постанова проблеми. Сьогодні найбільш розповсюдженими картографічними сервісами вважають Google.Maps та Яндекс.Карти, що допомагають людям планувати подорожі не тільки за допомогою персонального комп'ютера, а й з використанням спеціальних програм у смартфонах. Серед конкурентів з безкоштовною ліцензією необхідно приділити особливу увагу веб-картографічному проекту OpenStreetMap, у якому детальна та вільна для використання географічна карта світу створюється силами спільноти звичайних користувачів Інтернету за wiki-принципом. Можливості для картографічних сервісів вже вбудовані у прошивки смартфонів, сприймаються користувачами як щось звичне та потребують лише встановлення програми-навігатора. У цілому технологія побудови маршруту

однакова, відрізняються лише алгоритми та інтерфейси. Навігація є одним з основних напрямків у ІТ-індустрії, який швидко розвивається.

Суттєвим фактором, що стримує зростання економіки України, є низький рівень розвитку мережі автомобільних доріг. Враховуючи неможливість розширення існуючих доріг у забудованих місцях міста, зростає і актуальність розробки та програмної реалізації алгоритмів, здатних аналізувати наявну дорожньо-транспортну мережу міста і визначати оптимальні з різних точок зору маршрути руху.

Метою статті є дослідження методу поліпшення роботи сервісів побудови маршрутів, який засновано на багатокритеріальній оптимізації, та опис розробленого програмного додатку – навігатора.

Існуючі сервіси пошуку оптимальних маршрутів мають ряд обмежень та недоліків, пов'язаних з накопиченням великої кількості інформації, а також неможливістю швидкої адаптації до існуючих умов і, відповідно, надають користувачеві нерелевантні відомості про запланований маршрут та можуть навіть завести у глухий кут.

Аналіз останніх досліджень та літератури щодо методів пошуку оптимального маршруту свідчить про інтерес до цієї проблематики відомих зарубіжних та вітчизняних науковців. Питаннями пошуку оптимального маршруту займалися такі вчені як Дж. Літл [9], Р. Беллман [3], С. Уоршалл, Р. Флойд [1], І. Х. Сігал, Е. Дейкстра [6], В. А. Житков [2, 7], Д. В. Єфремов [8]. І сьогодні проводяться дослідження, однак досі рівень організації транспортних перевезень залишається недостатньо ефективним.

Існує величезна кількість алгоритмів розв'язання задачі пошуку оптимального маршруту, а саме стандартні алгоритми, наприклад, A^* , мурашиний алгоритм, алгоритм Дейкстри тощо, які в досить короткий проміжок часу знаходять кращий маршрут, але мають певні недоліки у використанні [10–14]. Так, наприклад, мурашиний алгоритм не враховує обмеженість пропускну здатності доріг, а в інших алгоритмах, при плануванні маршруту з урахуванням проблем на дорозі, діє аналогічний квантовому парадокс, коли вимірювання впливає на сам об'єкт, роблячи вимірювання даремним. Таким чином, сервіс впливає на самі умови, роблячи роботу програмного комплексу марною, адже статистика і точна модель є взаємовиключними поняттями. Більш того, існуючі алгоритми не враховують якість дорожнього покриття і готовність користувача вибрати більш довгий, але якісніший шлях, з метою збереження засобу пересування.

Для розв'язання транспортно-логістичних задач пріоритетним стає створення спеціальних комп'ютерних систем, здатних самостійно діяти без програмування середовища людиною в умовах нестачі інформації і швидкій зміні навколишнього середовища. Такою системою може стати мультиагентна система, базовим визначенням якої є поняття «раціонального агента», який завжди прагне оптимізувати відповідну міру корисності своїх дій. В наслідок реінжинірингу програмних пакетів багатоагентних алгоритмів пошуку шляху та дослідження існуючих популярних пошукових сервісів, виявилось, що основні логістичні сервіси використовують модифікованого попередника алгоритмів A* та Jump Point Search – алгоритма Дейкстри. Враховуючи той факт, що для розробки програмного додатка, ми обмежені в людино/часах і фінансах, оскільки розробка власної карти та розробка графу доріг є дуже дорогим та довгим заняттям, нам необхідно підстроюватися під можливості вже існуючих сервісів. Так, Яндекс і Google розраховують маршрут за алгоритмом Дейкстри, який знаходить оптимальні маршрути і їх довжину, що ведуть з вихідної вершини графа до решти вершин цього графа (якщо такі є). Розглянемо як працює алгоритм Дейкстри на прикладі пошуку найкоротшого шляху за допомогою Яндекс.Карт [15, 16]. Припустимо, що нам необхідно прокласти маршрут з пункту А у пункт В. Алгоритм послідовно прораховує усі можливі варіанти. У першу чергу він прокладає маршрут на один крок в усі сторони від пункту А, обчислюючи час на його подолання. Далі він обирає пункт С, який швидше всього досягнути. Потім алгоритм будує маршрут ще на один крок – в усі сторони від пункту С. І знову аналізує, у який з пунктів попасти швидше всього. На цей раз це пункт D. На наступному кроці алгоритм будує маршрут вже від нього (див. рис. 1).

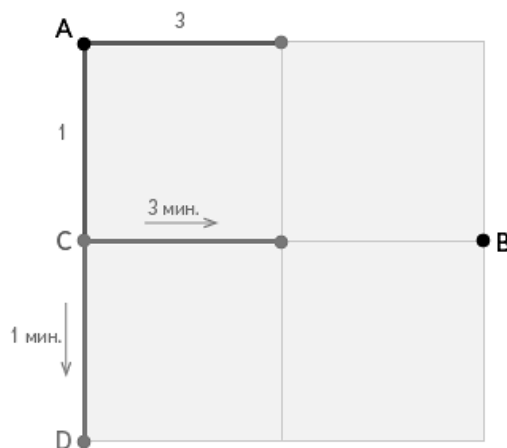


Рис. 1 – Схема роботи алгоритму Дейкстри на Яндекс.Картах

Поєднавши вже існуючу навігацію від популярних сервісів планування маршрутів, враховуючі переваги безкоштовного OpenStreetMap та різноманіття можливостей налаштування карт, ми отримаємо програму, що здатна задовольнити вимоги будь-якого користувача, і має різноманітні інтерфейси, призначені як для транспортних компаній, так і для звичайного користувача, а також режим адміністратора. При цьому у інтерфейсі користувача необхідно передбачити розподілення і розрахунок часу проходження маршрутів одразу такими видами транспорту як автомобільний, громадський, велосипедний або пішохідний. Розробка маршрутів громадського транспорту пов'язана із отриманням даних від GPS-навігаторів, розташованих у транспортних засобах. Для метрополітену передбачимо використання штатного сезонного розкладу руху поїздів, велосипедистам надається можливість викладати свої GPS-треки на карти для вільного скачування іншими велосипедистами з прикріпленням фотографій, відеозаписів, коментарів та анотацій до маршруту.

Розробку програмного продукту здійснимо за допомогою мови HTML5 із застосуванням js-модулей у хмарних сервісах. Остання версія мови розмітки разом з мовою опису зовнішнього вигляду CSS3 допоможе розробити водночас кросбраузерний та кросплатформений сервіс, однаково зручний як користувачам комп'ютерів на підприємствах, так і користувачам, які використовують сервіс на своїх мобільних телефонах і планшетах. Більш того немає необхідності розробляти сервіс окремо для IOS, Android і Windows Phone пристроїв, скільки мова HTML однаково відображується на всіх цих пристроях.

Для створення off-line версії програми, необхідно підключити бібліотеку PhoneGap, яка конвертує HTML-код у файли, що виконуються на мобільних платформах. PhoneGap – це вільна платформа, яка дозволяє розробляти мобільні програмні додатки на HTML, JavaScript та CSS для різних версій мобільних операційних систем, таких як: iOS, Android, Blackberry, WebOS, Symbian и Windows Mobile. Ядро PhoneGap розширює можливості браузера, додаючи функції доступу до акселерометру, камери, компасу, списку контактів, файлової системи та функцію запису і прослуховування аудіо файлів, дозволяючи працювати з різними HTML5 сховищами localStorage, Web SQL тощо.

```

<!DOCTYPE·html>¶
<html>¶
····<head>¶
······<title>Пример· с· интерактивной· картой· в·
определенном·контейнере</title>¶
······<script· type="text/javascript"· charset="utf-
8"·
src="//api-
maps.yandex.ru/services/constructor/1.0/js/?sid=29uD3jKC-
8XFdTlfcWkxSmnSQkYPbrYH&width=514&height=326&id=mymap"></
script>¶
····</head>¶
····<body>¶
······<div· id="mymap"></div>¶
····</body>¶
</html>¶

```

Рис. 2 – Формування інтерактивної карти за допомогою сервісу «Яндекс.Карты» з використанням конструктору карт

Сьогодні розробка багатоагентних систем значно спрощується наявністю вже існуючих програмних бібліотек, одною з яких є пакет АІМА. В основі реалізації вузлів карти знаходиться інтерфейс «Мар», який визначає клас «ExtendableMap». Для того, щоб вбудувати інтерактивну карту, використаємо елемент «script». Геокодування та пошук на карті здійснюється шляхом формування http- запитів до визначеної адреси на сервісі, у результаті чого повертається YMapsML-файл. Такий спосіб формування інтерактивної карти за допомогою сервісу «Яндекс.Карты» з використанням конструктору карт розміщено на рис. 2.

Данні карти на сервісі OpenStreetMap зберігаються в XML- форматі і для того, щоб їх завантажити, потрібно скласти запит у вигляді:

"

```

GET·/api/0.6/map?bbox=left,bottom,right,top¶
GET·/api/0.6/trackpoints?bbox=left,bottom,¶
right,top&page=pageNumber¶
POST·/api/0.6/gpx/create¶
GET·/api/0.6/user/details¶

```

Рис. 3 – Запит формування карти з використанням сервісу OpenStreetMap для завантаження GPS-треків, що доступні на відрізьку карти

У відповідь на запит отримуємо XML-файл з даними і векторною картою, що накладається наступним шаром на карти, отримані від сервісів Яндекс або Google.

```
<?xml·version="1.0"·encoding="UTF-8"?>¶
<osm·version="0.6"·generator="OpenStreetMap·server">¶
  ··<gpx_file·          id="836619"·          name="track.gpx"·
lat="51.0194"·lon="49.51807"·¶
  ············user="LVPoddubna"·          visibility="public"·
pending="false"··¶
  ············timestamp="2014-05-19T15:20:10Z">¶
  ····<description>PHP·upload·test</description>¶
  ····<tag>test</tag>¶
  ····<tag>php</tag>¶
  ··</gpx_file>¶
</osm>¶
```

Рис. 4 – Отриманий XML-файл з треком переміщення

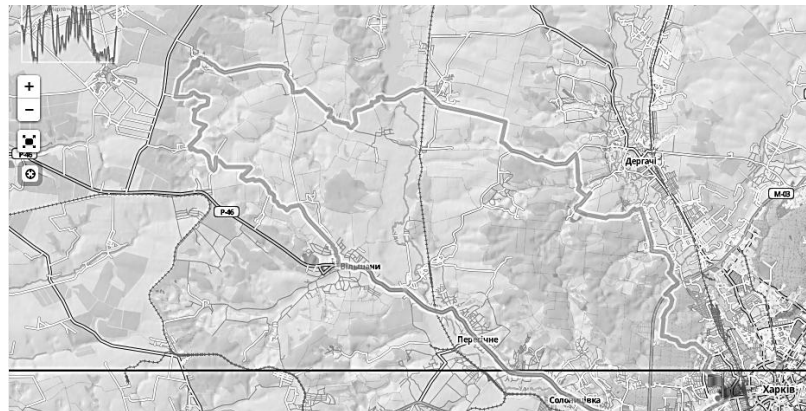


Рис. 5 – Приклад маршруту, що завантажується у навігатор

У результаті, користувачеві у відповідь на запит приходить карта, яку він може завантажити у навігатор з врахуванням вибраних параметрів.

Розроблений програмний додаток можна використовувати у якості навігатора, пристрою для зберігання на сервісі особистих клієнтських треків і task-менеджера. Для того, щоб отримати можливість користування всіма функціями розробленого програмного додатка, потрібно пройти процедуру реєстрації (див. рис. 6).

Головною особливістю додатку є наявність персоналізованої функції режиму навчання, що використовує GPS-трекінг і акселерометр. Знімок екрану цього меню розміщено на рис. 7.

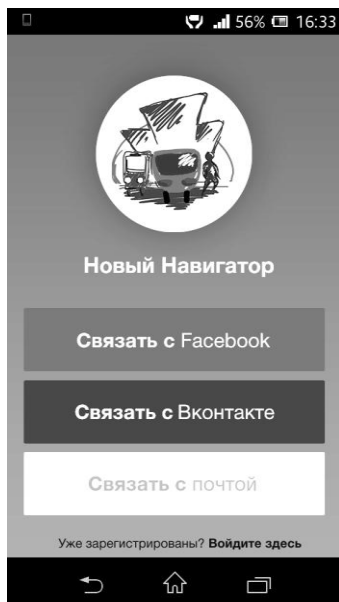


Рис. 6 – Экран выбора социальной реестрации

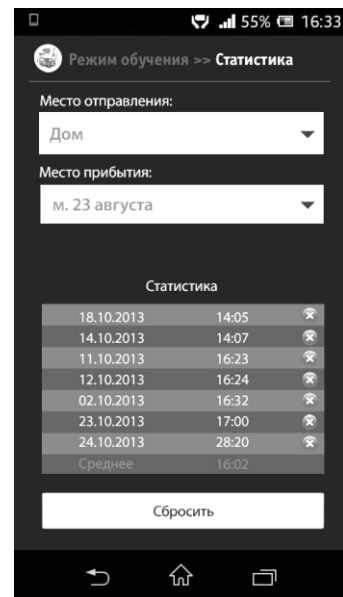


Рис. 7 – Экран режима навчання

Також програмний додаток доповнено новим критерієм – погодні умови. Дані про погоду беруться з безкоштовного сервісу OpenWeatherMap. Програма може підказати, що на вулиці ожеледиця, та варто піти пішки, або є ймовірність заморозки масла, тому необхідно почати свій шлях заздалегідь. Цей критерій стане в нагоді і власникам велосипедів, які планують свій маршрут на довгі дистанції або в період травневих гроз. Передбачена також функція термінового визначення місця розташування для евакуації у випадку аварії або погіршення стану здоров'я з функцією відправки GPS-координат за допомогою SMS. Програма також може спрогнозувати затори на митниці із середнім часом проходження і коментарями, наприклад, для компаній, що транспортують швидкопсувні товари.

Висновок. Запропонований програмний продукт орієнтований на допомогу користувачеві у знаходженні оптимального маршруту для пересування та може використовуватися у якості персонального навігатора і task-менеджера. Програма розв'язує типову транспортно-логістичну задачу з пошуку оптимального маршруту, використовуючи алгоритм Дейкстри.

Список літератури: 1. Алгоритм Флойда – Уоршелла [Електронний ресурс] / Хабрахабр. – Режим доступу : <http://habrahabr.ru/post/105825/> 2. Гайндрик К. В., Житков В. А. Оптимальное решение упрощенной задачи развозки. Математические методы решения экономических задач / К. В. Гайндрик, В. А. Житков // М.: «Наука». – 1969, № 1. С. 61 -76. 3. Беллман Р.Э. Динамическое программирование : пер. с англ. / Р.Э. Беллман. – М.: Издательство иностранной литературы, 1960. – 400 с. 4. Берлянт А.М. Картография. / А.М. Берлянт. – М.: Аспект пресс, 2002. – 330 с. 5. Геокодер OSM на Java [Електронний ресурс] / Хабрахабр. – Режим доступу : [www/ URL: http://habrahabr.ru/post/222875/](http://habrahabr.ru/post/222875/) 6. Дейкстра Э. Дисциплина программирования. / Э. Дейкстра. – 1-е изд. – М.: Мир, 1978. – 275 с. 7. Житков В. А. Алгоритмы приближенного решения задачи развозки. / В.А. Житков // Сб.: «Программы и алгоритмы», ЦЭМИ АН СССР. – 1970. – № 33. – С. 5 –56. 8. Ефремов Д. В. Оптимизация процесса планирования выполнения заказов на транспортно-экспедиторское обслуживание. / Д.В. Ефремов // Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки. –

Самара: Самоту. – 2000. – № 9. – С. 180–183. **9.** Кокс Д., Литтл Дж., О'Ши Д. Идеалы, многообразия и алгоритмы. Введение в вычислительные аспекты алгебраической геометрии и коммутативной алгебры: пер. с англ. / Д. Кокс, Дж. Литтл, Д. О'Ши. – М.: Мир, 2000. – 687 с. **10.** Кормен Т. Алгоритмы для работы с графами / Т. Кормен. – М.: Виллиамс, 2006. – 120 с. **11.** Кристофидес, Р. Теория графов. Алгоритмический подход: пер. с англ. / Р. Кристофидес. – М.: Мир, 1978. – 432 с. **12.** Юдин Д.Б. Вычислительные методы теории принятия решений / Д.Б. Юдин. – М.: Наука, 1989. – 316 с. **13.** Reiter S; Sherman Q. Discrete optimising. J. Soc. Industr. Appl. Math. 1965, 13, № 3, P. 864–889. **14.** Roberts S. M, Flores B. An Engineering Approach to Traveling Salesman Problem. Management Science, v 13, n. 3, 1966, P. 269–288. **15.** Как работают Яндекс.Пробки [Электронный ресурс] / Компания Яндекс. – Режим доступа: [www/ URL: <http://company.yandex.ru/technologies/yaprobki/>](http://company.yandex.ru/technologies/yaprobki/) **16.** Маршрутизация [Электронный ресурс] / Компания Яндекс. – Режим доступа: [www/ URL: <http://company.yandex.ru/technologies/routes/>](http://company.yandex.ru/technologies/routes/)

Bibliography (transliterated): **1.** Algoritm Floyd – Uorshella [Floyd – Uorshell Algoritm] [E-resource] – Habrahabr / Retrieved from: <http://habrahabr.ru/post/105825/> [In Russian] **2.** Gayndrik K.V. & Zhitkov V.A. (1969) Optimal'noye resheniye uproshchennoy zadachi razvozki. Matematicheskiye metody resheniya ekonomicheskikh zadach [Optimal solution of the simplified problem of transportation. Mathematical methods for solving economic problems] – Moscow: «Nauka», P. 61–76 [In Russian] **3.** Bellman R.E. (1960) Dinamicheskoye programmirovaniye [Dynamic programming] / Moscow: «Izdatel'stvo inostrannoy literatury», 400 p. [In Russian] **4.** Berlyant A.M. (2002) Kartografiya [Mapping] – Moscow: «Aspekt press», 330 p. [In Russian] **5.** Geokoder OSM na Java [Heocoding OSM on JAVA] [E-resource] – Habrahabr / Retrieved from: <http://habrahabr.ru/post/222875/> [In Russian] **6.** Deykstra E. (1978) Distiplina programmirovaniya [Programming] – Moscow: «Mir», 275 p. [In Russian] **7.** Zhitkov V. A. (1970) Algoritmy priblizhennogo resheniya zadachi razvozki [Algorithms for the solution of the problem of transportation] / Moscow – «TSMI», P. 5–56 [In Russian] **8.** Yefremov D. V. (2000) Optimizatsiya protsessa planirovaniya vypolneniya zakazov na transportno – ekspeditorskoye obsluzhivaniye [Optimization of scheduling the execution of orders for transport and forwarding services] Samara: «Samotu», P. 180–183 [In Russian] **9.** Koks D., Littl Dzh. & O'Shi D. (2000) Idealy, mnogoobraziya i algoritmy. Vvedeniye v vychislitel'nyye aspekty algebraicheskoy geometrii i kommutativnoy algebr [Ideals, varieties and algorithms. Introduction to computational aspects of algebraic geometry and commutative algebra] – Moscow: «Mir», 687 p. [In Russian] **10.** Kormen T. (2006) Algoritmy dlya raboty s grafami [Graphs' algorithms] – Moscow: «Villiams», 120 [In Russian] **11.** Kristofides R. (1978) Teoriya grafov. Algoritmicheskiy podkhod [Graph Theory. An algorithmic approach] – Moscow: «Mir», 432 p. [In Russian] **12.** Yudin D.B. (1978) Vychislitel'nyye metody teorii prinyatiya resheniy [Computational methods of decision theory] / Moscow: «Nauka», 316 p. [In Russian] **13.** Reiter S. & Sherman Q. (1965) Discrete optimising. – P. 864–889. **14.** Roberts S. & Flores B. (1966) An Engineering Approach to Traveling Salesman Problem. Management Science – P. 269–288. **15.** Kak rabotayut Yandeks.Probki [How do: Yandex.Probki] [E-resource] – Yandex – Retrieved from: <https://company.yandex.ru/technologies/yaprobki/> [In Russian] **16.** Marshrutizatsiya [Routing] [E-resource] – Yandex – Retrieved from: <http://company.yandex.ru/technologies/routes/> [In Russian]

Надійшла до редколегії 04.08.2014

УДК 338.45.01

О. О. ЗАМУЛА, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ»;

О. В. ЗАМУЛА, ассистент, НТУ «ХПІ»

ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ЗАТРАТ В ПРОЦЕСІ СТРАТЕГІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

В статті було досліджено залежність між рівнем поточних інформаційних затрат та тривалістю операційного циклу. В результаті проведеного дослідження було виявлено ступінь залежності показників оборотності активів та фондовіддачі з лагом у два роки від рівня капітальних інформаційних затрат переробних підприємств Харківського регіону. Було підтверджено припущення, що затрати, які пов'язані